

DEVICE FOR PRODUCING A THREE-DIMENSIONAL ARTICLE BY LASER SINTERING**Publication number:** JP9507882 (T)**Publication date:** 1997-08-12**Inventor(s):****Applicant(s):****Classification:****- international:**

**B29C67/04; B22F3/10;
B22F3/105; B22F3/14; B22F3/15;
B22F7/04; B23K26/00;
B29C67/00; B29C35/02;
B29C67/02; B22F3/10;
B22F3/105; B22F3/14; B22F7/02;
B23K26/00; B29C67/00;
B29C35/02; (IPC1-7): B22F3/14;
B22F7/04; B29C67/04**

- European:**B29C67/00L2****Application number:** JP19960533690T 19960404**Priority number(s):** DE19951016972 19950509;
WO1996EP01485 19960404**Also published as:**

**WO9635573 (A1)
US5908569 (A)
EP0764079 (A1)
EP0764079 (B1)
EP0764079 (B2)**

more >>

Abstract not available for JP 9507882 (T)

Abstract of corresponding document: **WO 9635573 (A1)**

The invention relates to a device for producing a three-dimensional article by using laser radiation to harden successive layers of a suitable material (7) at points corresponding to each cross section of the article. The device has a holder (4) which carries the article (6) being produced, an applicator (12) to apply layers of the material (7) on to the holder (4) or on to previously hardened layer, a layer-hardening device (14) designed to harden the layers of material (7) at points corresponding to each cross section of the article, and a heater unit (8), located when in its operating position above the holder (4), for warming the material (7), the heater unit (8) including at least one radiant bar heater (81) whose heating power varies along its length.

Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表平9-507882

(43) 公表日 平成9年(1997)8月12日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I
B 2 2 F 3/14		8019-4K	B 2 2 F 3/14 Z
7/04		8019-4K	7/04 A
B 2 9 C 67/04		7639-4F	B 2 9 C 67/04

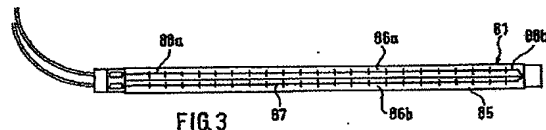
審査請求 有 予備審査請求 未請求(全 13 頁)

(21) 出願番号	特願平8-533690	(71) 出願人	イーオーエス ゲゼルシャフト ミット ベシュレンクテル ハフツング イレクト ロ オプティカル システムズ
(86) (22) 出願日	平成8年(1996)4月4日		ドイツ連邦共和国, 82152 プラネック, バッシングル シュトラーセ 2
(85) 翻訳文提出日	平成9年(1997)1月8日	(72) 発明者	ヴィルケニング, クリスティアン
(86) 国際出願番号	PCT/EP 96/01485		ドイツ連邦共和国, 86911 ディーセン, オーペラー アンゲル 14
(87) 国際公開番号	WO 96/35573	(72) 発明者	ジーフェルス, ティム
(87) 国際公開日	平成8年(1996)11月14日		ドイツ連邦共和国, 81929 ミュンヘン, ステファン-ゲオルグ-リンク 60
(31) 優先権主張番号	1 9 5 1 6 9 7 2 . 7	(74) 代理人	弁理士 後藤 洋介 (外2名)
(32) 優先日	1995年5月9日		
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)		
(81) 指定国	EP (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, L U, MC, NL, PT, SE), JP, US		

(54) 【発明の名称】 レーザー焼結による3次元物体の製造装置

(57) 【要約】

放射作用により物体の各横断面に相当する場所で固化可能な物質 (7) の層を順次連続して固化することにより3次元物体を製造する装置が提供され、それにより、本装置は製造される物体 (6) を支持する支持台 (4)、支持台 (4) あるいは先に固化された層上に固化可能な物質 (7) の層を供給する塗工装置 (12)、物体の各横断面に相当する場所で物質 (7) の層を固化する固化装置 (14)、および動作位置において支持台 (4) 上に配置され固化可能な物質 (7) を加熱する加熱装置 (8) とを有し、加熱装置 (8) はその長さに沿って加熱力を変化させる直線状のエネルギー放射ヒーター (81) を少なくとも1個有している。



【特許請求の範囲】

1. エネルギー放射(18)を用いて物体の各横断面に相当する場所で固化可能な物質(7)の層を順次連続して固化することにより3次元物体を製造する装置であって、

製造される上記物体(6)を支持する支持台(4)と、

上記固化可能な物質(7)の層を上記支持台(4)あるいは先に固化された層上に供給するための塗工装置(12)と、

上記物体の各横断面に相当する場所で上記物質(7)の層を固化するための固化装置(14)と、

動作位置において上記支持台(4)上に配置され上記固化可能な物質(7)を加熱するための加熱装置(8)とを有する装置において、

上記加熱装置(8)は少なくとも1個の直線状のエネルギー放射ヒーター(81)を有し、これにより上記エネルギー放射ヒーター(81)の放射エネルギーの密度は上記エネルギー放射ヒーターの中央部よりその両端部において大きいことを特徴とする3次元物体の製造装置。

2. 上記エネルギー放射ヒーター(81)はその両端部にのみ備えられた2個の加熱抵抗器(88a, 88b)を有することを特徴とする請求項1に記載の装置。

3. 上記エネルギー放射ヒーター(81)はその全長に沿って延在する加熱抵抗器(87)を有することを特徴とする請求項2に記載の装置。

4. 上記エネルギー放射ヒーター(81)は各々が対応する加熱コイル(87, 88a, 88b)を備えた2個の溝(86a, 86b)を有し、上記加熱コイルの一方(88a, 88b)は分離コイルであり他方は連続コイル(87)であることを特徴とする請求項3に記載の装置。

5. 上記支持台(4)の高度は調節可能であり上記支持台(4)あるいは先に固化された層に供給された上記物質(7)の層は作業領域を画定することを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の装置。

6. 複数の上記エネルギー放射ヒーター(81)が装備され、それにより上記

エネルギー放射ヒーターは密閉された多角形を形成するように配置されることを特徴とする請求項 1 乃至 5 に記載の装置。

7. 該作業領域は正方形であり、長さの等しい 4 個の上記エネルギー放射ヒーター (81) が該作業領域と予め定められた距離だけ離れて平行にかつ正方形の形状に配置されていることを特徴とする請求項 6 に記載の装置。

8. 該作業領域は長方形であり、4 個の上記エネルギー放射ヒーター (81) が長方形の形状に配置され、各上記エネルギー放射ヒーターと該作業領域は限定された距離だけ離れていることを特徴とする請求項 6 に記載の装置。

9. 上記加熱装置 (8) と該作業領域の表面との距離は調節可能であることを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載の装置。

10. 上記エネルギー放射ヒーター (81) は赤外線放射器として構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の装置。

11. 上記加熱装置 (8) 用の制御装置 (84) および上記供給された物質の層の温度を検査するためのセンサー (90) によって特徴づけられる請求項 1 乃至 10 のいずれかに記載の装置。

12. 上記センサー (90) は非接触温度センサーとして構成されていることを特徴とする請求項 11 に記載の装置。

13. 上記制御装置 (84) は P I D 制御器を有することを特徴とする請求項 11 あるいは 12 に記載の装置。

14. 上記制御器 (84) は P I 制御器を有することを特徴とする請求項 11 あるいは 12 に記載の装置。

15. 上記作業領域に対する上記エネルギー放射ヒーター (81) の角度は調節可能であることを特徴とする請求項 1 乃至 14 のいずれかに記載の装置。

【発明の詳細な説明】

レーザー焼結による 3 次元物体の製造装置

本発明は、請求項 1 の前文によるレーザー焼結により 3 次元物体を製造する装置に関する。

この種の装置は、文献国際公開公報 WO 92/08566 号により公知である。この装置では、供給された粉末層が、粉末層の上方に水平に配置された円環状のエネルギー放射器によって加熱される。焼結用レーザービームが円環状のエネルギー放射器の円形開口の内側表面を介して粉末層上に向けられる。この装置は特に円形の作業領域にとっては利点がある。

形成されるべき物体を層状に築造するための作業領域、すなわち作業場が、円形の横断面よりむしろ長方形かあるいは正方形の横断面を有する場合、円環状エネルギー放射器を利用するには制限がある。円環状エネルギー放射器の直径は少なくとも長方形の作業領域の対角線と等しくなければならない。したがって、特に、縦／横比が 1.5 から 2 の長方形の作業場に対して、円環状エネルギー放射器の直径を大きくせざるを得ないという欠点がある。粉末層の表面からエネルギー放射器までに距離が必要なことと、レーザー焼結装置内へエネルギー放射器を実装する必要性があることは相反したことである。両者を妥協して解決すると、粉末層に非均一温度分布が生じる。しかしながら、物体の高品質および工程の高い安全性に鑑みて、粉末材料の均一温度、典型的にはその溶解温度よりわずかに低い温度は必須である。

本発明の目的は、特に非円形作業領域を用いても、物体の品質および工程の安全性を向上できるレーザー焼結により 3 次元物体を製造する装置を提供することである。

この目的は請求項 1 による装置によって達成される。

更なる展開は従属請求項に定義されている。

本発明の更なる特徴や利点は、実施例の説明から図面を参照して明らかになるであろう。

図 1 は、本発明装置の側部横断面概略図である。

図2は、作業場上方のエネルギー放射加熱器の透視図である。

図3は、エネルギー放射加熱器の上面図を示す。

図4は、加熱されるべき粉末層の熱伝導特性の一例を示す。

図1に示されるように、本装置は、周囲が密閉した長方形あるいは正方形の輪郭の側壁2のみによって形成されたタンク1を備えている。作業面30は側壁2即ちタンク1の上縁3により画定されている。上縁3と実質的に水平かつ平行な上面5を有する支持台4が、形成されるべき物体6を支持するためにタンク1内に配置されている。支持台4の上面5上には、上面5と平行に延在し電磁放射により固化され得る粉末状の成形物質7からなる複数の層によってさらに以下で説明される方法によって形成される物体6がある。支持台4は、支持台と直角をなす側壁2の輪郭に適合した正方形あるいは長方形の横断面を有し、その全面積は側壁2の全開口よりわずかに小さい。支持台4と側壁2との間の支持台の端に、成形物質7の浸透を阻止する封止を行うために、周囲部シールが設けられる。さらに、支持台4は垂直に、すなわちタンク1の側壁2と平行な方向に、高さ調節装置9によって変位可能である。したがって、作業面30に対する支持台4の位置を調節することが可能である。

上部開口および側壁100を有する成形物質7用の貯蔵容器10がタンク1の側面に備えられている。タンク1の側壁2と隣接した貯蔵容器10の側壁100の上縁11は、タンク1の上縁3と同一平面である。貯蔵容器10は、タンク1と隣接する上縁11よりわずかに上のレベルまで粉末状成形物質7で常に充填されている。このために、図1には示されていないが、支持台4と同様のピストンあるいは変位可能な底部材が、貯蔵容器10内に垂直方向にスライド可能にぴったりと嵌め込まれている。

粉末状の成形物質7として、金属あるいはセラミック粉末が用いられることが好ましい。更に、樹脂被覆金属、セラミック粉末、あるいは樹脂被覆石英砂からなる鑄物砂も用いることができる。

塗工装置12がその下端を作業面30に位置させて、タンク1の上方即ち作業面30の上方に備えられ、支持台の上面5もしくは製造中の物体6の先に形成さ

れた層へ成形物質7を供給する。駆動装置13により、塗工装置12はタンク1を横切りタンク1の上縁3に平行な方向に、貯蔵容器10上の第1の位置から貯蔵容器10と反対側の第2の位置へ、そしてまた逆方向へ、移動することができる。

作業面30に隣接した物体6の各最上層を固化するための固化装置14が、タンク1即ち作業面30の上方に備えられる。固化装置14は、収束光ビーム15を発生するレーザーとしてのエネルギー放射源を有する。偏向鏡16がタンク1の上方のほぼ中央に配置される。偏向鏡はジンバル上に吊され、鏡16上に向けられた光ビーム15を反射光ビーム18として作業面13のどのポイントにも向けるように、図式化して示された回転装置17によって回転される。

更に、図1には単に図式的に示された加熱装置8が、タンク1あるいは作業面30上に配置されている。加熱装置は少なくとも1個の垂直な管状のエネルギー放射ヒーター81を有し、作業面30からあらかじめ定められた距離 z だけ離されている。加熱装置8は、塗工装置12により供給された粉末層をレーザービーム焼結に必要な予備温度まで加熱する役目を果たす。

加熱装置8の位置は校正によって決定される。作業面30上のエネルギー放射ヒーター81の高度 z および作業面30に対するエネルギー放射ヒーター81の角度は手動で調節される。エネルギー放射ヒーター81は、エネルギー放射ヒーター81の加熱力を制御するための制御装置84に接続されている。

高さ調節装置9、駆動装置13、および回転装置17は、中央統御によってこれらの装置を統制する共通の制御ユニット50に接続されている。制御ユニット50はコンピューターに接続されている。

供給された粉末層は、図2に示されるように、タンクやそのタンクにより画定される作業場の形状に適合した方法で、好ましくは作業面30と平行な長方形あるいは正方形の形状に配置された少なくとも2個、むしろ4個の垂直なエネルギー放射ヒーター81によって加熱される。エネルギー放射ヒーター81の個々の長さは、カバーすべき作業場の幅と実質的に一致している。粉末層とエネルギー放射ヒーターとの間の距離 z は約220ミリメートルであるが、この距離は境界条件にもとづいて、高さ調節装置83により変えることができ、その結果、供給

された粉末層の上面で予め定められた温度が調節された熱流の作用として得られる。

各エネルギー放射ヒーター81は図3に示されるように形成されている。エネルギー放射器は2個の溝86aおよび86bを備えた石英ガラス体85を有する。一方の溝には連続したタングステン加熱コイル87がある。エネルギー放射ヒーター81全体に渡って延在する加熱コイルを用いる場合、エネルギー放射器の中央で放射力は最大となる。したがって、本発明のエネルギー放射ヒーター81は、他方の溝に加熱コイルをコイル88aおよび88bと分離して配置するように設計されている。分離コイル88aおよび88bを用いることにより、連続コイル87の端部での放射力の低下を補うことができる。結果として、エネルギー放射器81の長さに沿って一定の放射力が得られる。さらに、分離コイル88aおよび88bにより、加熱温度領域を作業場の幾何学的図形により良く適合させることができる。

エネルギー放射ヒーターには赤外線放射器が用いられることが好ましい。

エネルギー放射ヒーター81は、作業領域の互いに対称な線がエネルギー放射ヒーターの配置の互いに対称な線と一致するように作業領域の上方に配置されている。すなわち、正方形のエネルギー放射ヒーターの配置は正方形の作業領域に用いられ、長方形のエネルギー放射ヒーターの配置は長方形の作業領域に用いられる。

加熱装置8はさらに、粉末層あるいは作業台30上の予め定められた位置に配置される高温計等の非接触温度センサーとしてのセンサー90を備えている。

制御装置84は、加熱力を制御するためのPID制御装置あるいはPI制御装置等の工業用制御器を有している。

ここに説明した装置の変更は可能である。用いるエネルギー放射ヒーターは4個より多くても少なくてもよい。エネルギー放射ヒーターの数や配置は、作業領域1の幾何学的図形に応じて、あるいは、製造されるべき物体の寸法によって選択してもよい。また、エネルギー放射ヒーターのすぐれた構成によって、エネルギー放射器全長に渡り一定の放射強度が得られるという条件の下でのみ、各単一のエネルギー放射ヒーターを、加熱コイルあるいは分離加熱コイルを有する複数

の溝を備えるようにすることも可能である。

3次元物体を製造する際、まず、物体6の形状を限定するデータが制御ユニット50に接続されたコンピューターに設計プログラムとともに生成される。これらのデータは、物体製造のために物体6を物体の寸法と比較して薄い約0.1～1mmの厚さを有する複数の水平な層に分割するように処理され、この層の形状データが得られる。

その後、下記の工程が各層に対して行われる。

第1の層のために支持台の上面5、あるいは、もし先に固化された層がある場合は先に固化された層の上面が、タンク1の縁3より所望の層厚h分だけ下になるように、高さ調節装置9がタンク1内の支持台4の位置を決定するために用いられる。次に、成形物質7の層が、貯蔵容器10から塗工装置12によって、支持台4の上面上あるいは先に形成された層上に供給される。この新しく供給された粉末は貯蔵容器10からの冷たい粉末である。この新しい粉末層は、その下にある層の過冷却を避けるために直ちに加熱されなければならない。エネルギー放射ヒーター81から出射された放射熱は新しい粉末層の表面のみを加熱するので、粉末層全体がこの層内の熱移動により所望の温度に達するまでにある程度の時間を要する。エネルギー放射ヒーター81の加熱力はこの目的のために制御される。図4に示されるように、制御パラメーターを決定するために制御される粉末床のシステムが調査されている。システムの動的特性が記録されている(図4)。制御されるシステムは、いわゆるPT₁-要素であり、それにより、予め定められた温度差Pが遅延時間T₁で得られる。ヒーターはPID制御器によって制御される。制御パラメーターはシステムの動的特性を基に公知の方法で決定される。

粉末層を加熱する際、短いサイクル時間によって制御に最大の重点が生じる。これは、もし作業領域周囲のフレームおよび小さな加工品を作業領域に形成した場合である。さらなる影響力のある要因は、センサーの感知領域における粉末層の照度である。この照度によって温度は基準温度をはるかに越えてしまう。これはすべて、加熱力を制御することにより吸収される。

新たに供給された粉末層が焼結に必要な温度に達すると、回転装置17が、そ

の層の形状データの相関的要素として制御され偏向光ビーム18が物体6の横断面に相当するポイントでその層に当たり、そこで成形物質7を固化し、あるいは焼結する。

その後、支持台4は次の層の層厚分だけ降下される。上記の工程は物体が完成するまで繰り返される。その後すぐに、支持台4がタンクの外に移動され、物体が取り出される。

ここに説明した装置の特有の利点は、エネルギー放射ヒーターの特別な設計および作業領域に対応したそのヒーターの配置の故に、たとえ作業領域が円形でなくとも、粉末層が均一に加熱され得ることである。さらに、上記の制御により、新たに供給された粉末層がレーザービームによって固化される際に必要な温度に常に保たれることが確実となる。作業台30からエネルギー放射ヒーターまでの距離と作業台に対するエネルギー放射ヒーターの角度を変化することができるので、作業領域の表面上の温度を調節された加熱力の関数として選択することができる。最後に、エネルギー放射ヒーターを、正方形あるいは長方形の作業領域を有するレーザー焼結装置に適当に取り付けることが可能である。

【図1】

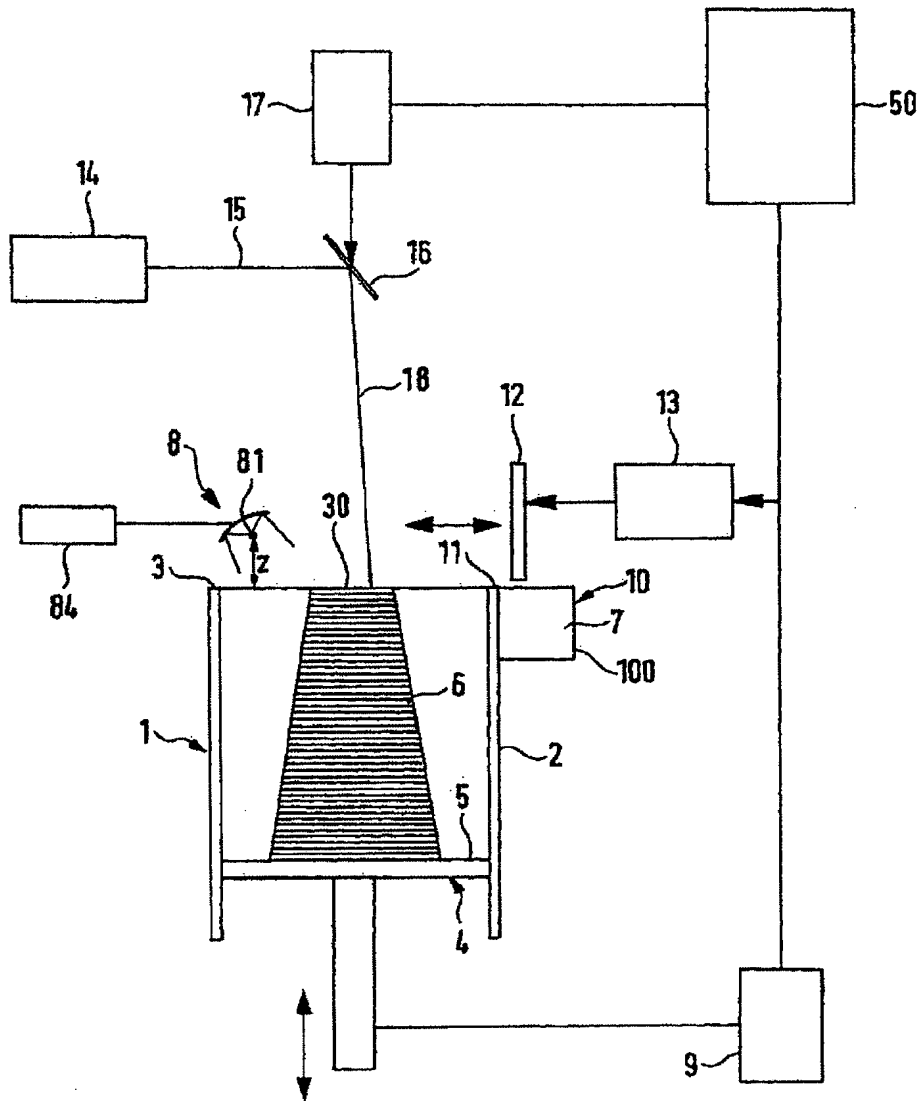


FIG.1

【図2】

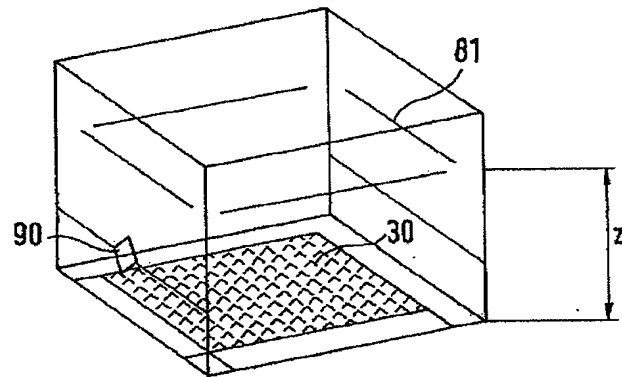


FIG. 2

【図3】

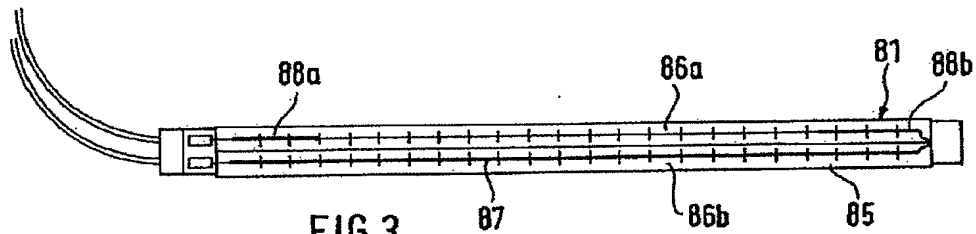


FIG. 3

【図4】

制御される粉末床のシステム

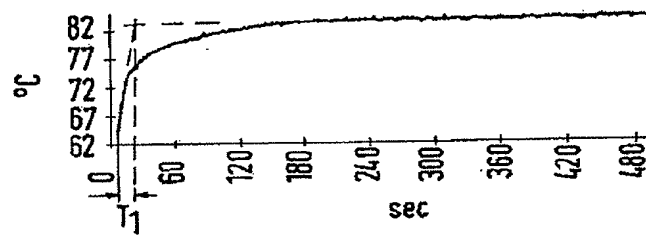


FIG. 4

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Appl. No.
PCT/EP 96/01485

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
IPC 6 B29C67/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
IPC 6 B29C B23K		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO,A,92 08566 (DTM CORP) 29 May 1992 cited in the application see the whole document ---	1-3,5, 9-15
Y	US,A,4 943 928 (CAMPBELL ALBERT E ET AL) 24 July 1990 see the whole document ---	1-3,5, 9-15
A	DE,A,43 25 573 (HERRMANN STEPHAN) 2 February 1995 see column 2, line 12 - line 31; figure 1 ---	1,5,6,10
A	DE,C,43 00 478 (EOS ELECTRO OPTICAL SYST) 25 August 1994 see column 2, line 39 - line 61 -----	1
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "A" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
30 August 1995		11.09.96
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.O. Box 5111 Patentplan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016		Authorized officer Mathey, X

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Int. Application No

PCT/EP 96/01485

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO-A-9208566	29-05-92	US-A- 5155321	13-10-92
		AT-T- 139720	15-07-96
		AU-B- 9027591	11-06-92
		DE-U- 9117122	07-03-96
		DE-D- 69120544	01-08-96
		EP-A- 0556291	25-08-93
		EP-A- 0703036	27-03-96

US-A-4943928	24-07-90	NONE	

DE-A-4325573	02-02-95	NONE	

DE-C-4300478	25-08-94	DE-U- 9319567	05-05-94
		WO-A- 9415771	21-07-94
		EP-A- 0632761	11-01-95
		JP-T- 7501765	23-02-95

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)